

## جلسه دوم مقدمه ای بر آئروسول ها

دکتر احمد نیک پی  
عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین  
تاریخ انتشار پاییز 1392  
nikpey@gmail.com

### منبع

- Hinds, W. C. (1999) Aerosol Technology: Properties, Behavior, and measurement of air born particles. John Willey & Sons Inc.
- Friedlander S. K. (2000) Smoke, dust, and haze: fundamentals of aerosol dynamics. Oxford University Press.

## اهداف آموزشی

### • آشنایی با آئروسل ها و جنبه های مرتبط با آنها

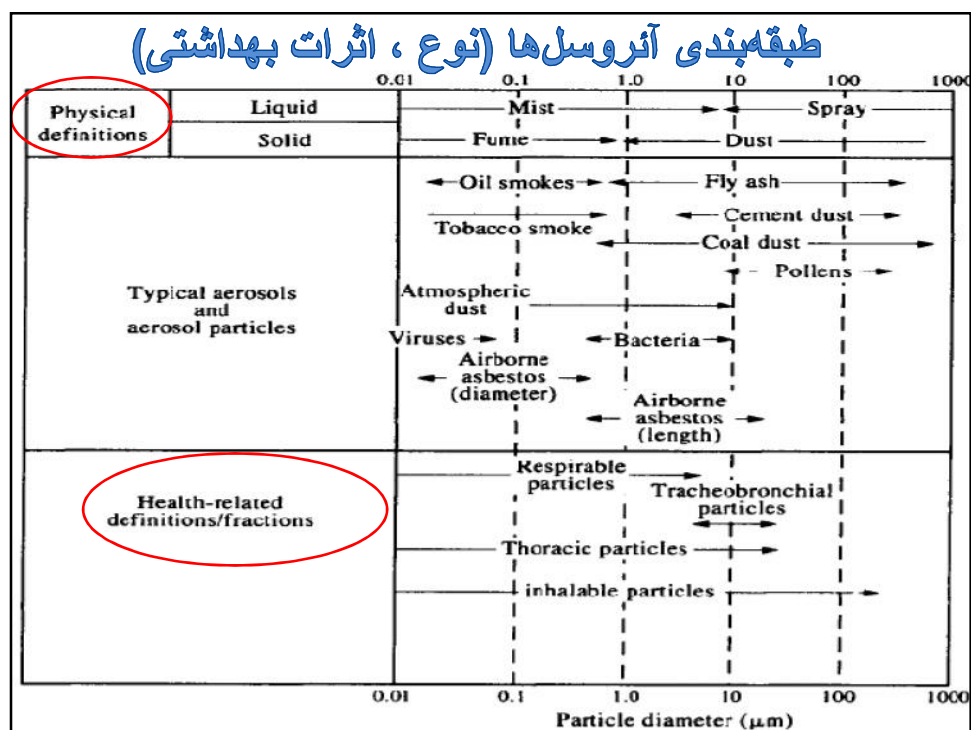
- تعریف آئروسل
- تشکیل آئروسل ها
- سایز و شکل آئروسل ها
- بررسی آئروسل ها از جنبه های مختلف

## تقسیم بندی آلاینده ها بر مبنای حالت فیزیکی

ذره‌ای: هوا ( یا هوابرد)

ذرات معلق در واسطه های مختلف			
مدیا یا واسطه		مایع	
	-	اسپری	فیوم، ذره
مایع		امولسیون	سوسپانسیون، کلئوید
			آلیاژ





## طبقه بندی انروسل های جامد بر اساس شکل ظاهری

### • مونودیسپرس:

ذرات با توزیع ابعادی همگون نظیر خاک جاده آریزونا یا ذرات دی اکتیل فتالات.

در محیطهای شغلی ذرات مونودیسپرس عمدتاً بر اثر واکنشهای شیمیایی و تراکم در هوا تولید می‌شوند.

### • پلی دیسپرس

عمدتاً منشاء مکانیکی دارند.

## گرد و غبار (طرح شماتیک ذرات هوابرد)



Spherical



Discoidal



Equant



Tabular



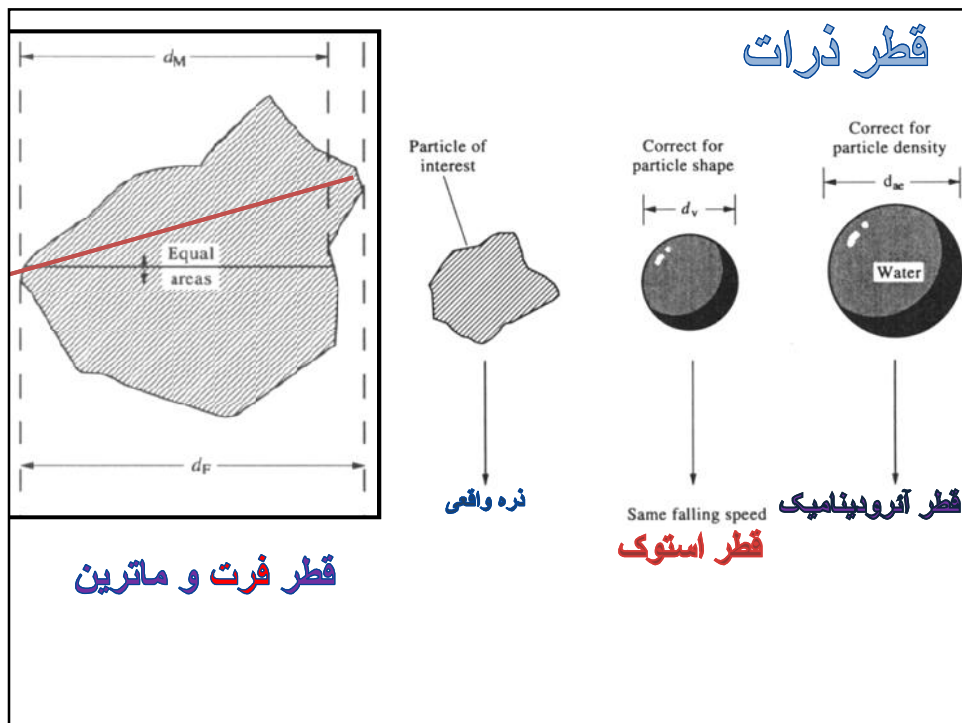
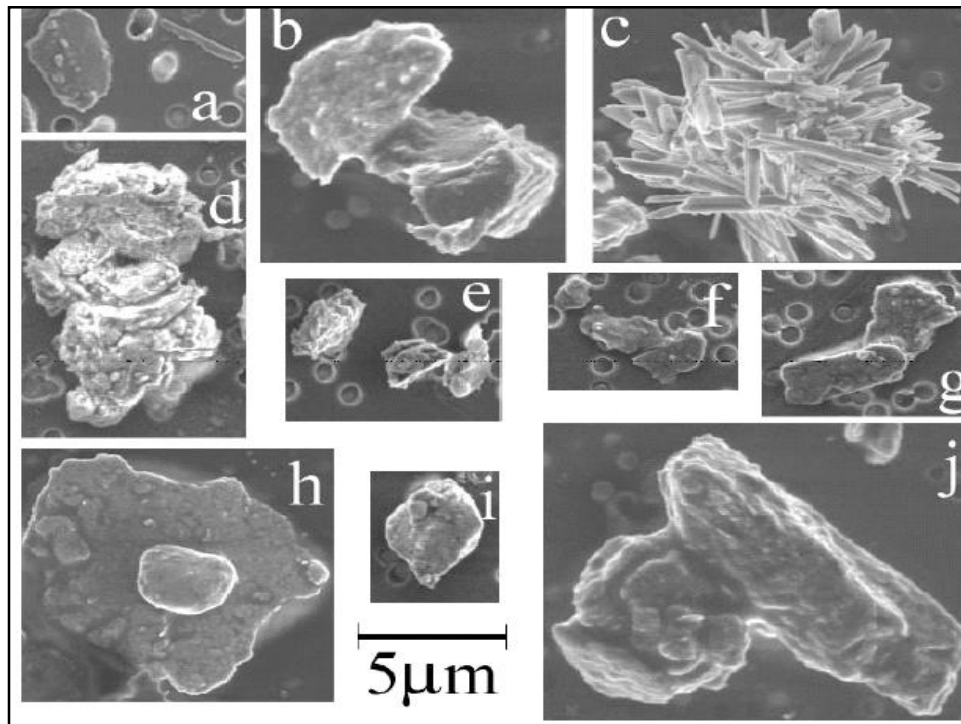
Irregular



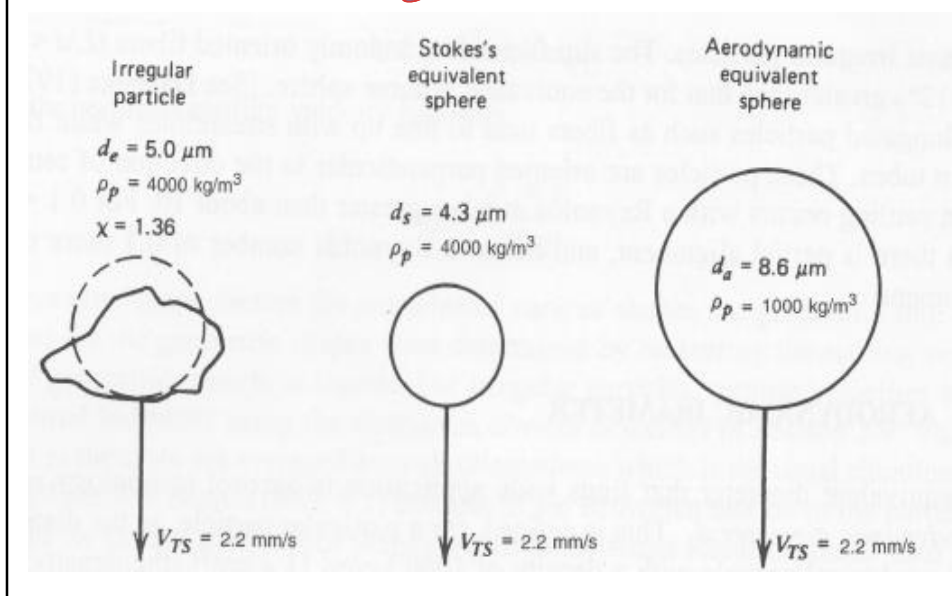
Cylindrical



Ellipsoidal

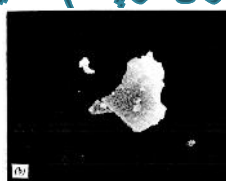


## مقایسه قطرهای آئرو دینامیک و استوک از دیدگاه سرعت ته نشینی یا سقوط ذره

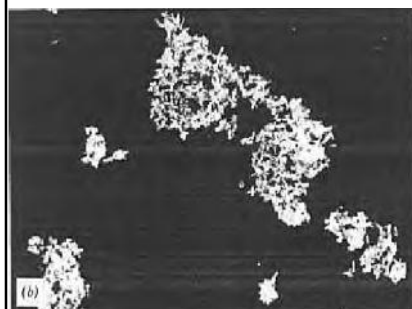


## سایز آئروسل های جامد

از سایز 0.001 میکرومتر (خوشه ملکولی شکل سمت چپ) تا 100 میکرومتر (قطرات باران کوچک) متغیر هستند.



ذرات گرانیت



ذرات اکسید آهن



ذرات خاکستر پرن حاصل از احتراق



## ذرات هسته اتکین و ذرات تاری

- هسته اتکین، کمتر از 0.1 میکرومتر هستند که رفتاری شبیه به ملکول های هوا هسته اولیه تشکیل دهنده می کنند.
- تاری قطری میکرومتر مرئی 0.38-0.76 کاستن روشنایی می شوند. محیط های شغلی به تاری
- Atiken nuclei
- Haze Particle

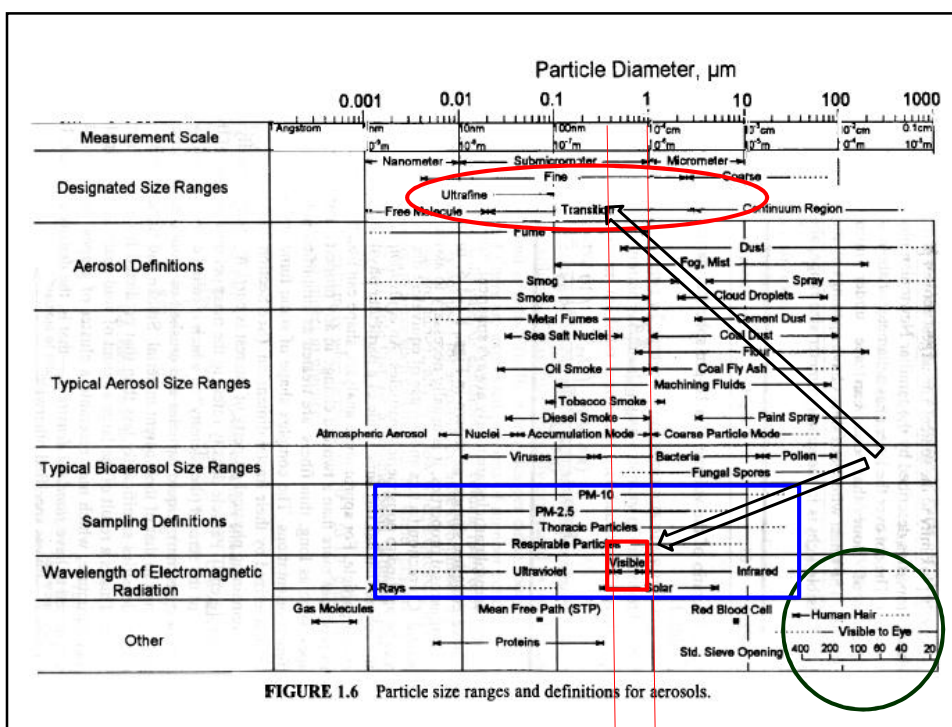
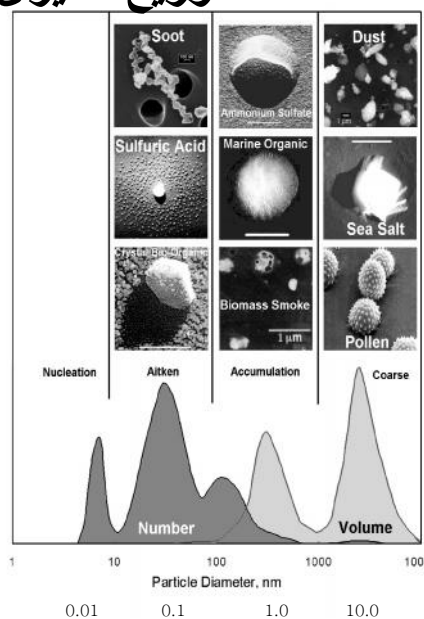


FIGURE 1.6 Particle size ranges and definitions for aerosols.



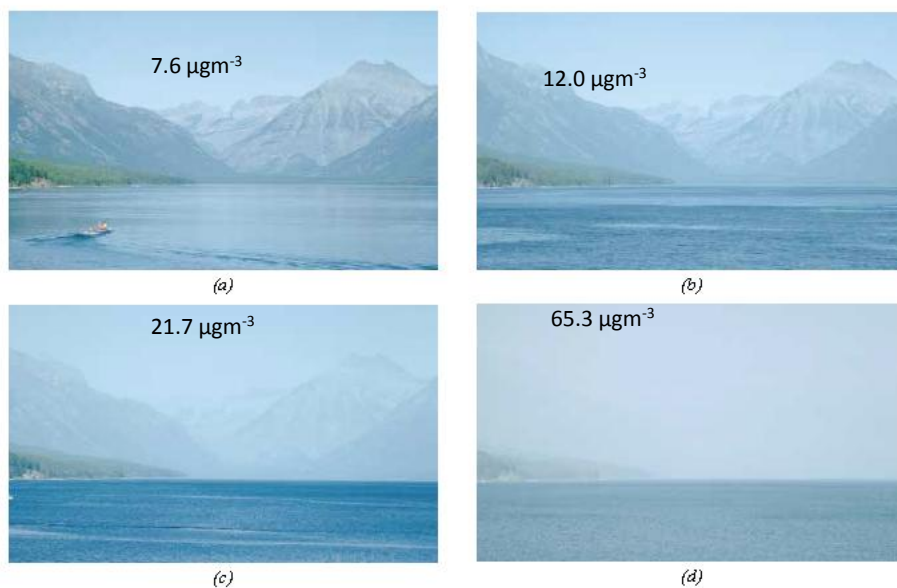
## توزیع سایزی آئروسل ها در اتمسفر

- هسته زایی **nucleation** شعاع ذرات بین 0.002 - 0.05 میکرومتر می باشد. ناشی از فرایندهای احتراق (، واکنش های فوتوشیمیایی و ...
- **تجمعی accumulation**: شعاع ذرات بین 0.05 - 0.5 میکرومتر. فرایندهای انعقاد.
- ریز **fine** (هسته زایی و تجمعی) ناشی از فعالیت های انسانی
- **coarse**: ذرات بزرگ تر از یک میکرومتر ناشی از فرایندهای مکانیکی



## کاهش دید با افزایش غلظت آئروسل ها

Glacier National Park, Montana



### میست

- قطرات کروی که بر اثر کندانس شدن حالت گازی مواد به مایع در هوا، یا بر اثر انتشار فعال و توام با انرژی مواد مایع به هوا در ابعاد 0.01-10 میکرومتر تولید می‌شوند.
- اکسید شدن دی اکسید گوگرد به‌تری اکسید گوگرد و واکنش آن با رطوبت هوا و تشکیل قطره‌های ریز اسید سولفوریک یکی از فرایندهای تولید میست محسوب می‌شود.

### فاگ

- غلظت‌های بالا از میست‌های هواپرد که سبب ایجاد تاری و اختلال در دید می‌شوند.

## دود

- مخلوطی پیچیده از ذرات جامد، مایع، گاز و بخار در ابعاد 1- 0.01 میکرومتر که بر اثر احتراق ناقص مواد آلی تولید می‌شوند.

- ترکیبی که در نتیجه واکنش هیدروکربن‌ها با اکسیدهای نیتروژن، گوگرد و آب در حضور اشعه ماوراء بنفش خورشید در محیط تولید می‌شود.
- اسموگ به عنوان آلاینده زیست محیطی مطرح بوده و عموماً در گروه آلاینده‌های ثانویه طبقه‌بندی می‌شود.

## فیوم

- فیوم‌ها ذرات جامد بسیار ریزی هستند که از به هم چسبیدن بخار فلزات یا پلاستیک‌ها در هوا ایجاد می‌شوند.
- جهت تولید فیوم فلزی، ابتدا فلز مورد نظر ذوب می‌شود تا از انرژی کافی جهت تولید بخار اتمی مجزا و یکنواخت برخوردار شود. سپس اکسیژن موجود در هوا با سرعت با اتم‌های منفرد واکنش داده و فرم اکسید شده بخار فلزی تولید می‌شود که به سرعت به یکدیگر متصل شده و ذرات عمدتاً کروی و بسیار ریز در ابعاد 1-0.001 میکرومتر تولید می‌شوند.
- ذرات فیوم، شکل اکسید شده ماده اولیه محسوب می‌شوند و با دارا بودن ابعاد نانو و سطح ویژه بسیار بالا از واکنش پذیری بالایی با سیستم‌های بیولوژیک برخوردار هستند.

## طبقه بندی بر مبنای نفوذ به بخش‌های مختلف دستگاه تنفسی

- ابعاد ذرات تعیین‌کننده محل ته نشینی آنها در بخش‌های مختلف دستگاه تنفسی و پیش‌بینی بیماری‌های ناشی از آنها می‌باشد.
- ذرات با قطر آنرودینامیک 100-0.01 میکرومتر که قادر به ورود به دستگاه تنفس هستند، به ذرات تنفسی (inhalable) معروف هستند.
- در توده ذرات تنفسی، ذراتی که از قطر آنرودینامیک کوچکتر یعنی حداکثر تا 10 میکرومتر برخوردار هستند، ذرات استنشاقی (respirable) بوده و قادر به نفوذ به بخش‌های عمیق‌تر ریه می‌باشند.



## میزان نفوذ ذرات در بخش‌های مختلف دستگاه تنفسی به تفکیک سایزی

سایز ( $\mu\text{m}$ )	میزان نفوذ
$\geq 11$	نفوذ نمی‌کنند
7-11	مجاری بینی
7/4-7	
3/3-7/4	نای و شاخه‌های اولیه برونشی
2.1-3/3	شاخه‌های برونشی ثانویه تا هفتم
1/1 – 2.1	برونش‌های انتهایی یا برونش هشتم
0.65-1/1	برونشیول‌های نهم تا بیست و سوم
$\leq 0.65$	کانال‌های آلوئلی بیست و چهارم تا بیست و هفتم و آلوئل‌ها

## ذرات تنفسی (IPM)

- شامل بخشی از ذرات با میانه قطر آئروپینامیک حداکثر یا مساوی 100 میکرومتر می‌باشند که همراه با جریان هوا وارد دستگاه تنفسی شده در صورت ته نشینی در هر قسمت از مجاری دستگاه تنفسی از ناحیه سر تا آلونل‌های ریوی ایجاد مخاطره می‌کنند.

## ذرات سینه‌ای (TPM)

### Thoracic Particulate Mass.

- شامل آن دسته از ذرات که در صورت ته نشینی در هر قسمت از راه‌های هوایی ریه و ناحیه تبادل گازی (آلونل‌های ریوی) ایجاد بیماری می‌کنند.
- ذرات سینه‌ای شامل گروهی از ذرات می‌باشند که با عبور از ناحیه مجاری تنفسی فوقانی وارد ناحیه سینه‌ای یا توراسیکی که شامل نای و راه‌های هوایی هستند، شده‌اند.
- این ذرات از میانه سایزی  $10 \pm 1$  میکرومتر برخوردار هستند

## ذرات استنشاقی (RPM) Respirable Particulate Mass

- شامل گروهی از ذرات که در صورت ته نشینی در ناحیه تبادل گاز (کیسه‌های هوایی) ایجاد بیماری می‌کنند.
- این ذرات در ناحیه سینه‌ای از جریان هوا جدا نشده و به ناحیه برونشیول‌ها و کیسه‌های هوایی که محل تبادل هوا می‌باشد نفوذ می‌کنند.
- میانه سایزی این ذرات در حدود  $3.5 \pm 0.3$  میکرومتر می‌باشد.

متشکرم